

avances en ciencias e ingenierías

Edición especial XXII Reunión Latinoamericana del MAÍZ

Comunicado/Communicate
Sección/Section C
**11 (17), 116 – 123**

# Producción de semilla de maíz duro en el Ecuador: retos y oportunidades

## Producción de semilla de maíz en Ecuador

**Mario Caviedes**[1]

[1]Universidad San Francisco de Quito – Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería en Agronomía. Diego de Robles y Vía Interoceánica, Quito, Ecuador.
*Autor para correspondencia / Corresponding author, e-mail: mcaviedes@usfq.edu.ec

# Seed production of maize in Ecuador: challenges and opportunities

## Abstract

Maize (*Zea mays* L) is for Ecuadorians one of the most important food crops due to its production provides the raw material for agribusiness and human nutrition. According to FAO statistics, in 2016 the harvest area was 485696 hectares with a production of 1`667704 tons, which means a yield of 3.17 $t.ha^{-1}$. Nowadays, in Ecuador, the national maize production is mainly directed to yellow kernel both hard and soft types. According to estimations of the Minister of Agriculture, and considering two harvesting cycles, during 2015 and 2016 the average yield raised to 5.76 $t.ha^{-1}$. These improvements in productivity could be attributed primarily to two factors: a) the use of seeds from hybrids of high yield potential, and b) a policy to guarantee minimum prices, which allowed to small and medium producers to obtain substantial profits. In order to obtain the maximum benefit from this cereal each component of its production chain should be adequate managed. Thus, the seed should be the first asset to be considered; for example, uniformity in plants is important because guarantees optimal yields. Moreover, the newest laws on seed regulations, allowed to design certification programs for improving promotion, packaging, storage and distribution of high quality seeds contributing to the country's food security and sovereignty. In addition, the Ecuadorian maize sector faces new opportunities ahead. Thus, there are now, laws and regulations to improve agro-biodiversity, the quality of seeds and to support sustainable agriculture. These actions will incentive and promote the production and productivity; access to technology in hybrids of high yield potential; as well as increments in the supply and demand of qualified seeds. In addition, the creation of a seeds 'researching fund; the opening to researching on genetically modified organisms and trading with the European Union and the United States are opportunities that the maize sector has to take advantage.

**Key words:** Hybrids, Prices, Productivity, Seed law



**Editado por / Edited by:** Gabriela Albán

**Recibido / Received:** 2018/11/04

**Aceptado / Accepted:** 2018/06/11

**Publicado en línea / Published online:** 2019/05/20

## Resumen

El maíz *(Zea mays L)* es uno de los cultivos más importantes para la alimentación de los ecuatorianos ya que su producción provee la materia prima para la agroindustria y la alimentación humana. De acuerdo con las estadísticas de la FAO, en el año 2016 la superficie sembrada fue de 485696 hectáreas con una producción de 1`667704 toneladas y un rendimiento de 3.17 $t.ha^{-1}$. En la actualidad, la producción nacional está orientada principalmente a los tipos duro y suave de color amarillo; el rendimiento promedio del maíz amarillo duro en los años 2015 y 2016, considerando dos ciclos de siembra fue de 5.76 $t.ha^{-1}$ según estimaciones del Ministerio de Agricultura; estas mejoras en la productividad podrían atribuirse principalmente a dos factores: utilización de semilla de híbridos de alto potencial de rendimiento y una política de precios mínimos de sustentación para el productor, que permitieron incrementar significativamente los ingresos de pequeños y medianos productores de maíz. Un sistema de producción de este cereal requiere obtener el máximo beneficio de cada insumo que inicia con la semilla, ya que, una población adecuada garantiza la obtención de óptimos rendimientos. Las nuevas leyes de semillas y su reglamento promulgadas en el 2017, permitirán diseñar programas de certificación para la promoción, acondicionamiento, almacenamiento y distribución de semilla de calidad para la producción agrícola del Ecuador y contribuirán a la soberanía y seguridad alimentaria del país. Por otra parte, al sector maicero ecuatoriano se le presentan nuevas oportunidades para su desarrollo debido a la ley y reglamento de agro biodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable que garantiza y promueve la producción y productividad; disponibilidad de tecnología en híbridos de alto potencial de rendimiento; aumento de la oferta y demanda de semilla de calidad; creación de un fondo que promueve la investigación en semillas; la apertura a la investigación con organismos genéticamente modificados; y, la apertura comercial a la Unión Europea y a los Estados Unidos.

**Palabras clave**: Híbridos, Ley de Semillas, Productividad

## Entorno político

El sector agrícola ecuatoriano, denominado sector primario dentro de la economía, es una de las actividades económicas más importantes especialmente por su representatividad en el Producto Interno Bruto (PIB) que en el año 2014 aportó con el 7.33% de la riqueza del país [13]. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), los retos más relevantes que el sector agropecuario deberá enfrentar en las zonas rurales son: la inequidad en el acceso, distribución y gestión de riego; las barreras en el acceso a los canales de comercialización e información de precios por parte de los agricultores; la insuficiencia de recursos económicos asignados a la investigación, desarrollo tecnológico, e innovación; el limitado desarrollo de los mercados de productos e insumos para la producción agropecuaria; la débil institucionalidad pública y privada; y la falta de asignación de prioridad fiscal al sector agrícola [8].

En este mismo aspecto, el MAG plantea como objetivos estratégicos para un desarrollo eficaz y eficiente del sector agropecuario las siguientes políticas para el sector:



contribuir a reducir la pobreza y vulnerabilidad socioeconómica de los habitantes rurales, particularmente, mejorar la inclusión social de aquellos agricultores de pequeña y mediana escala; mejorar la contribución de la agricultura para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de la población en cada zona (en el presente y futuro); y potenciar la contribución de la agricultura al desarrollo rural y al crecimiento económico nacional. Así mismo, debe considerarse la importancia que tienen las tendencias mundiales y los desafíos futuros en lo que respecta al incremento de la población mundial, y por lo tanto, en la demanda de alimentos; a la seguridad y escasez energética; el encarecimiento de los alimentos y elevada volatilidad de los precios; al cambio de las estructuras agrarias, la agro-industrialización y globalización de la producción de alimentos; al cambio y evolución de las políticas comerciales; y al incremento de la vulnerabilidad para la producción agrícola debido al cambio climático [8, 2].

## La semilla y los sistemas para garantizar la calidad de las semillas

La semilla constituye el material de partida para la producción agrícola y es indispensable que esta tenga una buena respuesta a las condiciones de siembra y que promueva la formación de plantas vigorosas con la finalidad de alcanzar el máximo rendimiento. Así mismo, este insumo es el principal componente para la producción y abastecimiento de alimentos, lo que representa un significativo desafío en la historia de la humanidad, ya que, tiene que alimentar a una población que supera los 6 billones de habitantes de los cuales 17 millones son ecuatorianos [3]. Para enfrentar un desafío de tal naturaleza, se debe adoptar tecnologías modernas que garanticen la máxima utilización de los potenciales genéticos en el área de la fitotecnia. Los nuevos y más productivos cultivares desarrollados a través del mejoramiento genético de las plantas necesitan de un vehículo de diseminación de sus características agronómicas y morfológicas hacia el agricultor; la semilla es el único puente estable y responsable del traslado de estas características y es una entidad organizada, con un contenido de informaciones genéticamente codificadas, que se transmiten de forma estable y continua y es la forma más eficiente y practica de preservar las especies [3, 6].

Las semillas son el punto de partida de la producción agrícola y requiere de controles específicos de calidad para obtener un producto que transmita estas cualidades de generación en generación. Los atributos de calidad están relacionados con la genética, la pureza física, la fisiología y la sanidad; todos estos atributos permiten garantizar una agricultura productiva y eficiente a partir de una semilla de calidad. Las leyes de semillas y sus reglamentos deben proporcionar estándares mínimos de calidad de las mismas para garantizar al usuario que la calidad que exige es la calidad que recibe. Por otra parte, los programas de certificación de semilla tienen estándares más cercanos a los exigidos por el mercado, que los estándares mínimos establecidos por las leyes de semillas y sus reglamentos [3, 6].

Los programas de certificación de semillas sirven como guía para la producción, el acondicionamiento y el mercadeo de semilla de calidad y no solo se deben considerar como reguladores, sino también como programas diseñados para contribuir al abastecimiento de semilla con atributos de calidad para la producción agrícola. Por otra parte, los sistemas de control de calidad deben comenzar en el campo y continuar

hasta que el agricultor haya recibido y /o sembrado la semilla. El control de calidad es clasificado en dos tipos [3, 14]: control externo (oficial) que tiene como base las leyes y reglamentos gubernamentales; y el control interno que son una serie de actividades sistemáticas y continuas que posibilitan la toma de decisiones gerenciales de carácter preventivo y correctivo [9]. El objetivo del control interno de calidad es garantizar la producción y comercialización de semillas de calidad física, fisiológica genética y sanitaria e involucra acciones positivas de las empresas de semillas, los productores y comercializadores en concordancia con las regulaciones oficiales.

En el Ecuador el esquema de producción y certificación de semillas se basa en categorías: fitomejorador, básica, registrada y certificada; las primera categoría puede ser generada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la empresa privada o una Universidad, y su proceso de producción y control de calidad corresponde a estas instituciones; las otras tres categorías son desarrolladas también por el INIAP, sin embargo, su proceso de producción y control de calidad es fiscalizado por el MAG a través de las inspecciones de los campos de multiplicación de semilla y evaluación de los estándares mínimos de calidad a nivel de laboratorio. La semilla de fitomejorador y pre-básica en el caso de raíces y tubérculos es la semilla original obtenida de un proceso de mejoramiento genético, capaz de garantizar la identidad y pureza genética de un cultivar, la cual ha sido generada y conducida por un fitomejorador a partir de cual se produce semilla básica [14]. La semilla básica es obtenida a partir de la semilla de fitomejorador y producida bajo la responsabilidad de la entidad generadora y sometida al proceso de certificación y es la base para la producción de la semilla registrada.

Las semillas registradas y certificadas son las dos últimas generaciones del proceso y cumplen con los estándares mínimos de calidad establecidos para cada categoría. La semilla certificada es la que se comercializa para uso del productor [1,14].

En este proceso los cultivares importados por parte de la empresa privada, deben pasar un proceso de evaluación nivel de campo y laboratorio por parte del INIAP como un requisito previo para su comercialización [10].

Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la productividad promedio del maíz en el Ecuador fue de 3.17 $t.ha^{-1}$ y la producción de semillas tanto de cultivares nacionales como importados fue de 12000 toneladas, volumen insuficiente para cubrir las necesidades de los productores ecuatorianos [9]. El incremento más importante y significativo en productividad se ha visto reflejado en la producción de maíz duro, gracias al aporte de híbridos de maíz de alto rendimiento y buenas características agronómicas generados por el INIAP y por la introducción de nuevos híbridos por parte de la empresa privada Tabla1.

La utilización de tecnología con híbridos de alto rendimiento y de materiales genéticamente modificados en varios países ha incrementado la productividad y disminuido las pérdidas causadas por plagas y en el caso del Ecuador, adicional a la utilización de la semilla híbrida, un precio de sustentación atractivo para el productor, han permitido el incremento de la producción y productividad nacional de maíz duro y la disminución de las importaciones de este cereal, generando un gran beneficio para el país [4, 5, 12].

doi: http://dx.doi.org/10.18272/aci.v11i1.1100 




**TABLA 1.** Híbridos de maíz duro liberados por INIAP y la empresa privada en el Ecuador.

| Nombre | Tipo de híbrido | Institución | Rendimiento (t.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| INIAP H-248 | Simple | INIAP | 8.160 |
| INIAP H-551 | Triple | INIAP | 6.345 |
| INIAP H-553 | Simple | INIAP | 7.785 |
| INIAP H-601 | Simple | INIAP | 5.472 |
| INIAP H-602 | Simple | INIAP | 8.595 |
| INIAP H-603 | Simple | INIAP | 7.300 |
| ADV-9313 | Simple | Privada | 9.900 |
| 2B-688 | Triple | Privada | 9,000 |
| COPA | Simple | Privada | 6.800 |
| BATALLA | Simple | Privada | 6.300 |
| DK-7508 | Simple | Privada | 7.400 |
| EMBLEMA | Simple | Privada | 6.800 |
| TROPI-101 | Simple | Privada | 7.500 |
| CENTELLA | Simple | Privada | 6.800 |

## Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable

Una de las más caras aspiraciones del sector agrícola ecuatoriano ha sido el contar con un instrumento legal que garantice la producción, certificación, uso, comercialización, importación y exportación de semilla. En la actualidad, el Ecuador ya cuenta con una nueva ley de semillas aprobada por la Asamblea Nacional e inscrita en el Registro Oficial el 8 de junio del año 2017, que incluye seis títulos y 63 artículos [10]. Los principales fines de esta ley incluyen: fomentar el desarrollo de la investigación de la agro diversidad con el fin de facilitar el acceso y disponibilidad de semilla de calidad y garantizar la soberanía y seguridad alimentaria; fortalecer el Banco Nacional de Germoplasma y los Centros de Bioconocimiento de Recursos Fitogenéticos para la conservación de la agrobiodiversidad; regular y fomentar la producción, certificación, uso, comercialización, importación y exportación de semilla; y, establecer precios de sustentación para el productor de semillas que permitan sostener y mejorar su producción.

Un aspecto relevante a resaltarse es la creación de un fondo de investigación para la agrobiodiversidad, semillas y agricultura sustentable, lo que permitirá incrementar los trabajos de investigación en estas tres áreas y garantizar su continuidad a través de los años. Así mismo, es importante mencionar que este instrumento legal permite el ingreso de semillas y cultivos transgénicos al territorio nacional únicamente para ser utilizados con fines de investigación, previa autorización de la Presidencia de la República.

## Estimación de costos de producción de maíz duro y de semilla certificada

La estimación del costo de producción de maíz duro se presenta en la "Tabla 2", que indica que los costos más altos para la producción de grano comercial en términos porcentuales corresponden a los rubros de fertilización y cosecha (21.16% y 20.66%, respectivamente), con una relación beneficio/costo de 1.20 "Tabla 3", lo que refleja su rentabilidad. En lo que se refiere a los costos de producción de semilla hibrida certificada, los porcentajes más altos corresponden a los rubros de siembra (15.29%) y fertilización (14.94%), con una relación beneficio/costo de 5.0, lo que es un indicativo del alto retorno económico que representa el producir semillas de calidad "Tabla 2 y 3" [7,11].

**TABLA 2.** Costos de producción de maíz duro para grano comercial y semilla en el Ecuador (2017).

| Rubro | Grano comercial | | Semilla | |
|---|---|---|---|---|
| | Costo (USD $ha^{-1}$) | Costo (%) | Costo (USD $ha^{-1}$) | Costo (%) |
| Preparación del suelo | 109.50 | 6.65 | 240.00 | 8.57 |
| Siembra | 325.00 | 19.74 | 428.00 | 15.29 |
| Fertilización | 348.25 | 21.16 | 418.00 | 14.94 |
| Desespigamiento | -- | -- | 340.00 | 12.15 |
| Labores culturales | 170.00 | 10.33 | 170.00 | 6.07 |
| Control de insectos | 138.50 | 8.41 | 138.50 | 4.95 |
| Cosecha | 340.00 | 20.66 | 340.00 | 12.15 |
| Poscosecha | -- | -- | 359.00 | 12.83 |
| Costo fijo | 219.68 | 13.05 | 364.95 | 13.04 |
| Costo total | 1645.93 | 100.00 | 2798.52 | 100.00 |

**TABLA 3.** Ingresos y relación beneficio costo de la producción de maíz duro para grano comercial y semilla en el Ecuador (2017).

| Variable | Grano comercial | Semilla |
|---|---|---|
| Rendimiento esperado (t $ha^{-1}$) | 6.00 | 3.50 |
| Costo por kilogramo (USD) | 0.27 | 0.80 |
| Precio venta por kilogramo (USD) | 0.33 | 4.00 |
| Ingreso total (USD) | 1980.00 | 14000.00 |
| Relación beneficio/costo | 1.20 | 5.00 |




Finalmente, el análisis realizado determinó que al sector maicero ecuatoriano se le presentan los siguientes retos para el futuro: inequidad en el acceso, distribución y gestión del riego; insuficiencia de recursos económicos asignados a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación; limitado desarrollo de los mercados de productos, insumos y servicios para la producción agropecuaria y la falta de asignación de prioridad fiscal al sector agrícola. Asimismo, se presentan las siguientes oportunidades: una Ley y Reglamento de Agrobiodiversidad ,Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable que garantiza y promueve la producción y productividad; tecnología disponible y a generar híbridos de alto potencial de rendimiento; aumento de la oferta y demanda por semilla de calidad; creación de un fondo que promueve la investigación en semilla; apertura a la investigación en organismos genéticamente modificados; y, apertura comercial a la Unión Europea y los Estados Unidos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad San Francisco por el apoyo para la realización de la XXII Reunión Latinoamericana del Maíz, en la cual se presentó un resumen del presente trabajo.

# REFERENCIAS


[1] Borja , M. J., & Caviedes , M. (2013). Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades de maíz morado (Zea mays L.) en Tumbaco - Pichincha. *Avances en Ciencia e Ingenierías, 5*(2), C61-C66.

[2] Carvajal-Larenas, F. E. (2016). El futuro de los alimentos en el 2025. Una perspectiva global. *Revista de la facultad de ceincias químicas*(Ed. especial ), 1-6. Recuperado de http://rraae.org.ec/Record/0001_1c102cf7e1eca4dbceaa3de4580698ea

[3] Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1987). *Reunión de trabajo sobre Fortalecimiento de Sistemas para Mejorar la Calidad de Semillas.* Montevideo , Uruguay : CIAT.

[4] Galeano , P., Martínez Debat, C., Ruibal , F., Franco Fraguas , L., & Galván, G. (2011). *Interpolinización entre cultivos de maíz transgénico y no transgénico comerciales en Uruguay.* Uruguay: Universidad de la Republica . Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228497946_Interpolinizacion_entre_cultivos_de_maiz_transgenico_y_no_transgenico_comerciales_en_Uruguay

[5] Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014). *Boletínes divulgativos de híbridos de maíz duro* . Quito: INIAP.

[6] Library of Congress Cataloging-in- Publication Data. (1998). *Maize Seed Industries in Developing Countries.* (M. Morris, Ed.) United States of America: Lynne Rienner Publishers,Inc.

[7] MacRobert, J., Setimela , P., Gethi, J., & Worku Regasa , M. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo*. Recuperado de: http://libcatalog.cimmyt.org/Download/cim/57179.pdf

[8] Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). *El sector agropecuario ecuatoriano: análisis histórico y prospectiva a 2025.* Quito, Ecuador : MAGAP.

[9] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (2015). *La guía voluntaria para la formulación de políticas nacionales de semillas .* Roma : FAO.

[10] Órgano del gobierno del Ecuador . (2017). *Registro Oficial* . Quito , Pichincha , Ecuador .

[11] Red SICTA. (2010). *Experiencia en la producción de semilla certificada de maíz híbrido de la Asociación de Productores Nueva Esperanza. Municipio de Ixcán, departamento de Quiché, Guatemala.* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de: http://repiica.iica.int/docs/B3214e/B3214e.pdf

[12] Sierra-Macías , M., Rodríguez-Montalvo , F. A., Palafox-Caballero, A., Espinosa-Calderón, A., Andrés-Meza, P., Gómez-Montiel , N. O., & Valdivia-Bernal , R. (2016). Productividad de semilla y adopcion del híbrido de maíz H-520, en el trópico de México. *ASyD, 13,* 19-32. Recuperado de: http://www.colpos.mx/asyd/volumen13/numero1/asd-14-022.pdf

[13] Uribe, F. (2014). *Informe sectorial, Ecuador: Agrícola.* Ecuador : Pacific Credit Rating. Recuperado de: http://studylib.es/doc/7897176/informe-sectorial-ecuador--agrícola

[14] Velásquez, J. S., Monteros , A. R., & Tapia , C. G. (2008). *Semillas, Tecnología de producción y conservación.* Quito, Ecuador : INIAP.